

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU ⁽¹¹⁾ 2 463 574 ⁽¹³⁾ C1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
G01N 11/16 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 27.04.2016)

(21)(22) Заявка: 2011116391/28, 25.04.2011(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.04.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.04.2011

(45) Опубликовано: 10.10.2012 Бюл. № 28(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2304275 C2, 10.02.2007. SU
966570 A1, 29.01.1981. UA 27030 C2,
28.02.2000. DE 102005052230 A1, 16.05.2007.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
Центр интеллектуальной собственности,
Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Вьюхин Владимир Викторович (RU),
Конашков Виктор Васильевич (RU),
Цепелев Владимир Степанович (RU),
Поводатор Аркадий Моисеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

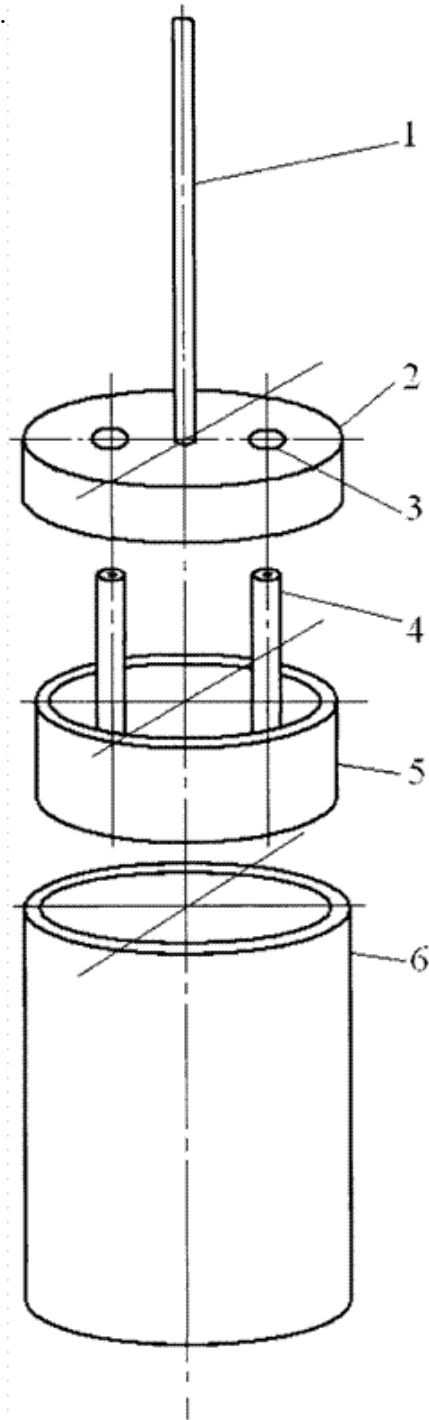
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина" (RU)

(54) ТИГЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

(57) Реферат:

Изобретение относится к технической физике, а именно к устройствам для контроля и измерения физических параметров веществ. Оно предназначено для бесконтактного измерения вязкости и электросопротивления высокотемпературных металлических расплавов. Измерение вязкости проводится путем фотометрического определения параметров крутильных колебаний цилиндрического тигля с расплавом. Предлагается тигельное устройство, содержащее тигель, шайбу, несущий стакан, подвешенный на упругой нити в высокотемпературной зоне электропечи, крышку, помещенную внутри тигля, в которое введены направляющие элементы, зафиксированные в крышке и помещенные в соответствующие отверстия, выполненные в шайбе. Направляющие элементы выполнены в виде трубок, обеспечивающих сообщение между верхней поверхностью расплава и надтигельным пространством вне тигельного устройства и расположены симметрично относительно оси тигля. Техническим результатом заявленного изобретения является повышение достоверности и точности определения параметров высокотемпературных

металлических расплавов, например величины кинематической вязкости. 2 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1

Предлагаемое изобретение относится к технической физике, а именно к устройствам для контроля и измерения физических параметров веществ. Оно предназначено для бесконтактного измерения вязкости и электросопротивления высокотемпературных металлических расплавов, например, на основе железа, никеля, кобальта путем фотометрического определения параметров крутильных колебаний цилиндрического тигля с расплавом. Дополнительной сферой применения является металлургия.

Измерение физико-химических параметров металлических жидкостей, расплавов и шлаков, в частности определение вязкости или электросопротивления высокотемпературных расплавов в объеме нескольких см³, позволяет проводить прогностический анализ материалов и давать рекомендации для получения промышленных сплавов с заданными характеристиками. В частности, политермы вязкости и электросопротивления позволяют выделять характерные критические температурные точки и гистерезисные характеристики нагрева-охлаждения. Для высокотемпературных исследований металлических расплавов, у которых температура плавления +1400°C и более, лишь немногие способы измерений могут

быть использованы на практике. В частности, это фотометрический способ определения кинематической вязкости и электросопротивления путем регистрации параметров траектории отраженного от зеркала светового луча, а в конечном итоге - измерения параметров крутильных колебаний тигля с расплавом, подвешенного на упругой нити внутри вакуумной электропечи.

Известно устройство - вискозиметр, основными узлами которого являются тигель с расплавом в несущем стакане, подвешенный на упругой нити-подвесе, вакуумная электропечь с нейтральной атмосферой, зеркало, укрепленное на вращающемся узле, осветитель, расположенная на некотором расстоянии от печи измерительная шкала, по которой движется отраженный от зеркала световой зайчик, электромагниты закручивания и демпфирования колебаний - см. С.И.Филиппов и др. Физико-химические методы исследования металлургических процессов. М.: Металлургия, 1968, с.250-252, рис.105, - аналог.

Недостатком этого устройства является использование тигля с открытой поверхностью расплава. В тигель закладывают металлический образец в виде одного или нескольких кусков и проводят нагрев образца до расплавления. При расчете вязкости предполагают, что расплав имеет форму цилиндра. Расчет вязкости выполняют посредством общепринятого метода Е.Г.Швидковского - см. вышеуказанное С.И.Филиппов и др., с.246-249, причем различают два случая - когда образец имеет одну или обе торцевые поверхности касания расплава - на дне или на дне и крышке. При этом получить цилиндрическую форму образца в жидком виде с обоими плоскими торцами, необходимую для расчетов, практически не всегда удается.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению по технической сущности и достигаемому результату - прототипом - является тигельное устройство, содержащее тигель, шайбу и несущий стакан, подвешенный на упругой нити в высокотемпературной зоне электропечи, крышку, помещенную внутри тигля, которое используют для определения кинематической вязкости расплавов - см. Физические свойства металлов и сплавов: Сб. тезисов докладов, Екатеринбург, изд. УГТУ-УПИ, 2009, с.75.

Недостатком прототипа является то, что для перемещения крышки в боковой поверхности тигля и крышки выполнены щелевые пропилы, через которые расплав может залиться в крышку или вылиться из тигля в случае выделения газов из расплава. Другим недостатком является возможность заклинивания крышки при ее перекосе в процессе перемещения крышки внутри тигля вдоль его оси.

Эксперименты, многократно проведенные авторами, показывают, что при работе с открытой верхней поверхностью расплава возникает ее непредсказуемое искривление, в том числе из-за окисных пленок, которые имеют различную плотность, прочность, толщину и размер, что делает невозможным адекватный учет их воздействия на поведение металлической жидкости, а также газовыделения, всплывания неметаллических включений или за счет возникновения мениска жидкости. В случае создания двух плоских торцевых поверхностей форма образца близка к требуемой теоретической расчетной модели - цилиндру, что является необходимым для получения достоверного конечного результата эксперимента, например значения вязкости расплава. Таким образом, для исключения влияния состояния и формы поверхности расплава эксперименты необходимо проводить с обоими плоскими торцевыми поверхностями. В частности, принудительное создание горизонтальной верхней торцевой поверхности, например, при наличии пленок на расплаве обеспечивает прилегание пленок к нижней поверхности крышки. В этом случае расчет проводят по формулам, предложенным Е.Г.Швидковским, - см. вышеуказанное С.И.Филиппов и др., с.248, для цилиндрического расплава с обоими неподвижными относительно тигля торцевыми поверхностями.

Задачей предлагаемого изобретения является повышение достоверности и точности определения параметров высокотемпературных металлических расплавов, например величины кинематической вязкости.

Для решения поставленной задачи предлагается тигельное устройство, содержащее тигель, шайбу, несущий стакан, подвешенный на упругой нити в высокотемпературной зоне электропечи, крышку, помещенную внутри тигля, в которое введены, по крайней мере, два направляющих элемента, зафиксированные в крышке нижним концом и помещенные верхним концом в соответствующие отверстия, выполненные в шайбе.

Кроме того, направляющие элементы выполнены в виде трубок, обеспечивающих сообщение между верхней поверхностью расплава и надтигельным пространством вне тигельного устройства.

Кроме того, направляющие элементы расположены симметрично относительно оси тигля.

Отличительные признаки предложенного технического решения - тигельного устройства - обеспечивают приближение формы расплава к требуемой для расчетов цилиндрической модели, а в конечном итоге повышение достоверности и точности определения параметров высокотемпературных металлических расплавов, например кинематической вязкости.

Предложенное техническое решение, содержащее вышеуказанную совокупность отличительных признаков, а также совокупность ограничительных и отличительных признаков, не выявлено в известном уровне техники, что при достижении вышеописанного технического результата позволяет считать предложенное техническое решение имеющим изобретательский уровень. Это техническое решение обеспечивает технический результат - повышение достоверности и точности измерения параметров высокотемпературных металлических расплавов, например кинематической вязкости.

Предлагаемое тигельное устройство поясняется чертежами.

Фиг.1. Элементы тигельного устройства.

Фиг.2. Тигельное устройство в сборе.

Фиг.3. Внешний вид образцов расплава на основе железа.

Фиг.4. Внешний вид образца расплава технически чистой меди.

Тигельное устройство состоит из штока 1, шайбы 2 с отверстиями 3, направляющих элементов 4, крышки 5, тигля 6, несущего стакана 7, штифтов 8, изучаемого металлического образца 9.

Шток 1, шайба 2, несущий стакан 7, штифты 8 выполнены из молибдена. Направляющие элементы 4, крышка 5 и тигель 6 выполнены, например, из окиси бериллия (BeO). Направляющие элементы 4 закреплены в крышке 5, например, посредством жидкого стекла и выполнены, например, в виде трубок. Крышка 5 выполнена, например, в форме стакана.

Тигельное устройство работает следующим образом. В тигель 6 помещают изучаемый металлический образец (шихту) 9 объемом 3-4 см³, тигель 6 помещают в несущий стакан 7, после чего сверху в тигель 6 вставляют крышку 5. Затем верхние концы направляющих элементов 4 вводят в соответствующие отверстия 3 шайбы 2. Далее шайбу 2 вставляют в несущий стакан 7 и фиксируют ее штифтами 8. Собранное тигельное устройство, прикрепленное верхним концом штока 1 к упругой металлической нити подвеса (на схеме не показано), помещают в вакуумную электропечь (на схеме не показано) таким образом, что изучаемый металлический образец 9 располагается в зоне нагрева электропечи и имеет возможность совершать свободные крутильные колебания вокруг вертикальной оси. После вакуумирования и заполнения электропечи инертным газом проводят нагрев и расплавление изучаемого металлического образца 9. При оплавлении куски шихты обтекают, заполняют тигель 6 и оседают, при этом уменьшается высота изучаемого металлического образца 9. Крышка 5 при этом опускается на верхний торец расплава изучаемого металлического образца 9, поскольку имеет возможность вертикального перемещения. Направляющие элементы 4 в виде трубок позволяют устранить газовые пузырьки, возникающие в процессе расплавления шихты при прилегании неровной поверхности верхнего торца расплава к нижней плоскости крышки 5. Эти пузыри формируют неровную верхнюю торцевую поверхность расплава изучаемого металлического образца 9. После полного прилегания к нижней плоскости крышки 5 расплав не может подниматься по капилляру направляющих элементов 4, поскольку диаметр капилляра не превышает 1,0-0,5 мм, а материалы, из которых изготовлены направляющие элементы 4, крышка 5 и тигель 6, не смачиваются расплавами. Зазоры между стенками тигля 6 и крышки 5 менее 1 мм. Поэтому крышка 5 не тонет в расплаве, а остается «на плаву» на поверхности расплава изучаемого металлического образца 9.

При определении кинематической вязкости методом затухающих крутильных колебаний тигля 6 с расплавом изучаемого металлического образца 9 верхняя торцевая поверхность расплава предполагается неподвижной относительно тигля 6. Перемещение крышки 5 в горизонтальной плоскости ограничено посредством направляющих элементов 4, введенных в соответствующие отверстия 3 шайбы 2. Вертикальное перемещение крышки 5 происходит только при расплавлении изучаемого металлического образца 9.

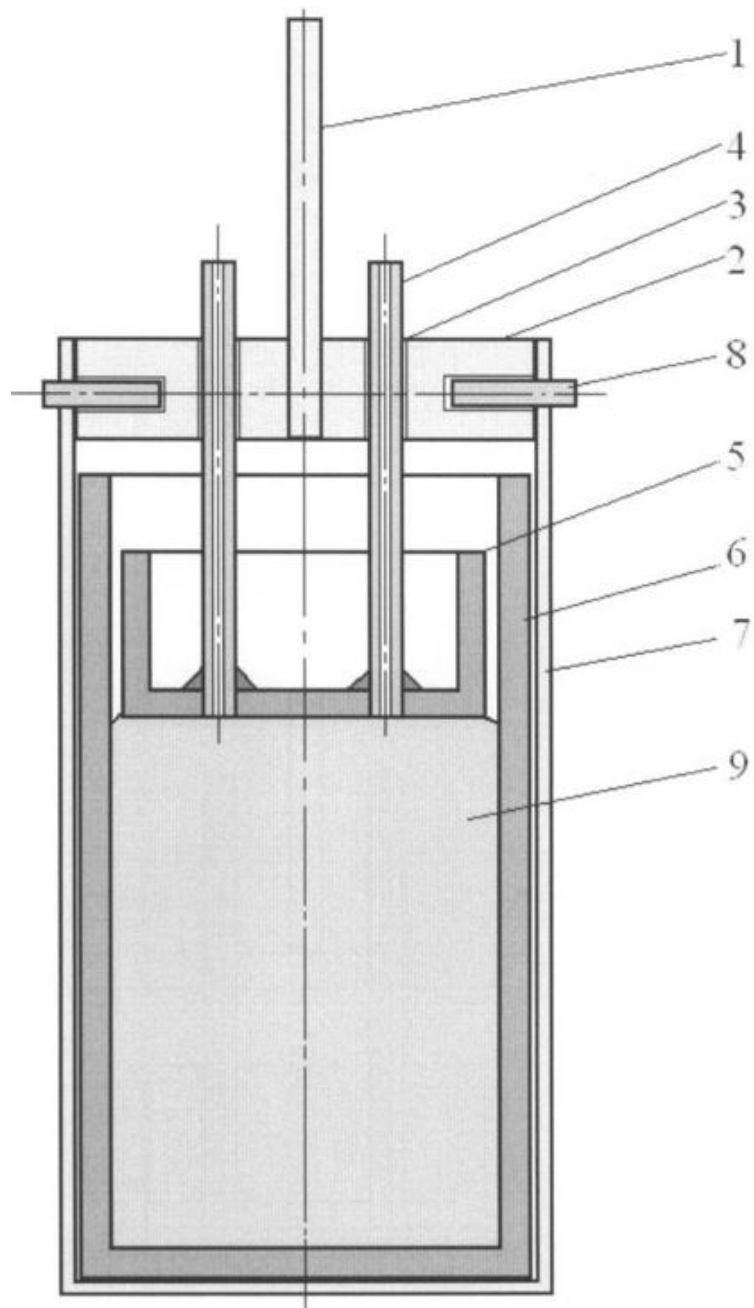
В качестве примеров приведен характерный внешний вид изучаемых металлических образцов 9 расплавов: фиг.3 - на основе железа, фиг.4 - технически чистая медь, которые получены без формирования верхней торцевой поверхности

посредством предлагаемого тигельного устройства. Отклонение по высоте от плоскости торцевой поверхности, т.е. от требуемой для расчета цилиндрической формы модели, составляет единицы мм, что составляет до 10% от высоты цилиндрического металлического образца 9. Соответственно, появляется ошибка в определении конечного результата исследований параметров, например кинематической вязкости расплава. Известно, что относительная точность определения вязкости составляет примерно 3% - см. А.Л.Бельтюков, В.И.Ладьянов. Автоматизированная установка для определения кинематической вязкости металлических расплавов. Журн. ПТЭ, 2008, №2, с.159. По нашим данным, например, при исследовании образца расплава чистой меди при температуре $t^{\circ}=+1109^{\circ}\text{C}$ непредсказуемое отклонение высоты образца от варианта с идеализированной плоской верхней торцевой поверхностью составило 1 мм, что при высоте образца $H=20$ мм составило 5%. В этом случае вклад в относительную погрешность конечного результата - величины кинематической вязкости составил 0,6%, что дает долю в суммарной ошибке: $3/0,6=20\%$. Таким образом, формирование верхней плоской торцевой поверхности расплава путем использования направляющих элементов 4 и крышки 5 тигельного устройства позволяет повысить точность определения кинематической вязкости на вышеуказанную величину 20% и достичь относительной точности определения вязкости около 2,5%.

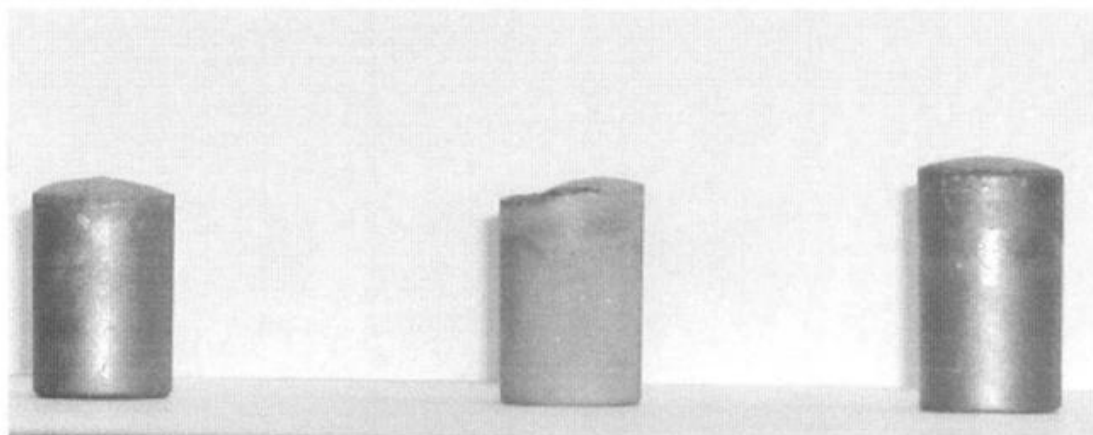
Обеспечение горизонтальности верхней торцевой поверхности изучаемого расплава и получение таким образом геометрически правильной цилиндрической формы у него повышает достоверность и точность определения параметров высокотемпературных металлических расплавов, например кинематической вязкости или электросопротивления.

Формула изобретения

1. Тигельное устройство, содержащее тигель, шайбу, несущий стакан, подвешенный на упругой нити в высокотемпературной зоне электропечи, крышку, помещенную внутри тигля, отличающееся тем, что в него введены, по крайней мере, два направляющих элемента, зафиксированных в крышке нижним концом и помещенных верхним концом в соответствующие отверстия, выполненные в шайбе.
2. Тигельное устройство по п.1, отличающееся тем, что направляющие элементы выполнены в виде трубок, обеспечивающих сообщение между верхней поверхностью расплава и надтигельным пространством вне тигельного устройства.
3. Тигельное устройство по п.1 или 2, отличающееся тем, что направляющие элементы расположены симметрично относительно оси тигля.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **26.04.2013**

Дата публикации: [20.02.2014](#)